



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ДВАЖДЫ ГЕРОЯ  
СОВЕТСКОГО СОЮЗА, ЛЕТЧИКА-КОСМОНАВТА А.А. ЛЕОНОВА»



**В. Троицкий**

***ИНСТИТУТ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ  
И ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ***

***КАФЕДРА ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ***

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В АСПИРАНТУРУ  
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

**«Материаловедение»**

для поступающих на программу высшего образования - программу  
подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по  
научной специальности 2.6.17 Материаловедение

Королев -2023

**Мороз А.П. Программа вступительного испытания по специальной дисциплине «Материаловедение» для поступающих на программу высшего образования - программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности 2.6.17 Материаловедение. – Королев МО: ФГБОУ ВО «Технологический университет», 2023.**

РЕКОМЕНДОВАНО

Научно-техническим советом  
Протокол № 2 от 13.11.2023 года

Программа рассмотрена и одобрена  
на заседании кафедры Техники и  
технологии  
Протокол № 3 от 11.10.2023 г.

Зав. кафедрой  
Техники и технологии



д-р техн. наук, с.н.с. Мороз А.П.

## **1. Пояснительная записка**

Программа вступительных испытаний предназначена для выпускников магистратуры или специалитета высших учебных заведений, планирующих продолжать обучение по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по научной специальности **2.6.17 Материаловедение**.

В программе перечислены структура вступительного испытания, основные требования к содержанию, критерии оценивания.

Вступительное испытание по специальной дисциплине проводится в устной форме. Время проведения вступительного испытания с одним поступающим – не более 40 минут.

За каждую из частей вступительного испытания (мотивационное письмо, вопросы по специальной дисциплине (билеты)) выставляется балл по 100 -балльной шкале.

Общий балл по итогам вступительного испытания высчитывается как среднее арифметическое по количеству баллов 2 частей структуры вступительного испытания.

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 41 балл.

Таким образом, за вступительное испытание выставляется одна оценка (балл за вступительное испытание).

## **2. Цель и задачи вступительного испытания при поступлении в аспирантуру**

Цель – проверка знаний абитуриентов в области наук о материаловедении, оценка степени мотивации к выполнению научной работы по выбранной научной специальности.

Задачи:

- выявить уровень подготовленность абитуриента к выполнению теоретической и практической части научно-исследовательской работы в области материаловедения (теоретические вопросы);

- определить готовность абитуриентов к выполнению научно-исследовательской работы и написанию кандидатской диссертации по научной специальности.

### **Требования, предъявляемые к поступающему в аспирантуру**

Поступающий в аспирантуру должен быть способным и готовым к выполнению научной деятельности, направленной на подготовку диссертации

(научно-квалификационной работы), иметь сформированную мотивацию к обучению по специальности и научно-исследовательской деятельности.

Будущий аспирант должен обнаружить достаточный общекультурный уровень, позволяющий в дальнейшем продолжить научную и (или) педагогическую деятельность в высшем учебном заведении, научно-исследовательских институтах.

### 3. Структура вступительного испытания и порядок его оценивания

Форма вступительного испытания	Количество баллов	Критерии оценивания
Защита мотивационного письма	От 0 до 100 баллов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- мотивация к обучению по выбранной программе аспирантуры;</li> <li>- опыт работы и научно-исследовательский потенциал (опыт работы в исследовательских проектах, в апробации результатов научно-исследовательской работы на научных конференциях (по научной специальности));</li> <li>- обоснование сферы научных интересов</li> </ul>
Вопросы по специальной дисциплине	От 0 до 100 баллов	<p><b>«Отлично» (81...100 баллов)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Умение выделить главное, сделать обобщающие выводы;</li> <li>- Исчерпывающее, грамотное и ясное изложение;</li> <li>- Умение применить свои знания на практике, творческий уровень усвоения материала.</li> <li>- Отсутствие неточностей в ответе.</li> <li>- Свободное владение основными терминами и понятиями.</li> <li>- Полные ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul> <p><b>«Хорошо» (61...80 баллов)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Умение выделять главное, делать выводы;</li> <li>- Грамотное изложение материала.</li> <li>- Умение применять свои знания на практике;</li> <li>- Отсутствие существенных неточностей в изложении материала;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Знание основных понятий в области материаловедения;</li> <li>- Ответы на дополнительные вопросы.</li> </ul> <p><b>«Удовлетворительно» (41...60 баллов)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Неточная формулировка основных понятий;</li> <li>- Умение применить свои знания на практике с допущением ошибок;</li> <li>- Знание некоторых научных исследований;</li> <li>- Знание научных терминов и понятий;</li> <li>- Затруднения при ответе на дополнительные вопросы;</li> <li>- Затруднения при необходимости сделать выводы по теме.</li> </ul> <p><b>«Неудовлетворительно» (0...40 баллов)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Незнание значительной части материала;</li> <li>- Существенные ошибки при ответе на вопрос;</li> <li>- Незнание основных научных исследований;</li> <li>- Незнание основных научных понятий;</li> <li>- Грубые ошибки при попытке применить знания на практике;</li> <li>- Неспособность ответить на дополнительные вопросы.</li> </ul>
--	--	---

Общий балл формируются на основе суммарных показателей 2 частей вступительного испытания, каждый из которых оценивается по 100-балльной шкале.

Общая оценка определяется соотносительностью суммы баллов по 2 составным частям вступительного испытания и рассчитывается по формуле:

$$\text{Баллы за вступительное испытание} = \frac{\text{общая сумма баллов}}{2}$$

В результате прохождения вступительного испытания абитуриент может набрать до 100 баллов.

#### **4. Требования к содержанию и порядок оценивания мотивационного письма**

Мотивационное письмо в распечатанном виде (в случае очного проведения вступительного собеседования) представляется поступающим экзаменационной комиссии, после чего поступающий защищает мотивационное письмо в устной форме, шаблон мотивационного письма представлен в Приложении 1.

##### **Требования к содержанию мотивационного письма**

<b>Раздел работы</b>	<b>Содержание раздела</b>
Введение	Определение цели и задач поступления в аспирантуру
Основная часть	Обозначение области научных интересов и результатов профессиональной деятельности. Представление опыта образовательной, научно-исследовательской и педагогической деятельности. Обоснование выбора образовательной траектории. Репрезентация ценностно-смысловых установок, отражающих личностную позицию.
Заключение	Определение перспектив своей профессиональной деятельности по итогам обучения в аспирантуре, примерная тематика научно-исследовательской работы в соответствии с паспортом научной специальности 2.6.17 Материаловедение.

##### **Рекомендации поступающим по примерной структуре мотивационного письма:**

###### **Часть 1.**

Кратко расскажите о том, чем Вы интересуетесь и что побудило Вас поступить в аспирантуру.

###### **Часть 2.**

2.1. Тема Вашей выпускной квалификационной работы. Укажите причину ее выбора, а также кратко напишите о том, какие результаты Вы получили.

2.2. Если Вы опубликовали статью или представляли свой проект на конференциях, расскажите об этом. Расскажите обо всех своих научных достижениях (например, стипендиях, грантах, олимпиадах).

2.3. Расскажите о своем опыте работы, особенно если этот опыт как-то связан с вашим решением поступать в аспирантуру.

### **Часть 3.**

Укажите сферу своих научных интересов. В идеале, сформулируйте исследовательские вопросы и проблему, либо укажите тему, разработкой которой Вам хотелось бы заняться.

Напишите о своей мотивации, личных качествах, которые демонстрируют Ваше желание и готовность учиться в аспирантуре.

Экзаменационной комиссии, читающей Ваше мотивационное письмо важно понять, что Вы:

- 1) мотивированы к обучению в аспирантуре,
  - 2) компетентны в выбранной области,
  - 3) имеете научно-исследовательский потенциал в выбранной области.
2. Используйте активный (не пассивный) залог и приводите примеры

### **Требования к оформлению мотивационного письма**

Объект унификации	Параметры унификации
Формат листа бумаги	A4
Размер шрифта	14 пунктов
Название шрифта	Times New Roman
Междустрочный интервал	полуторный
Абзацный отступ	1,25 см
Поля страниц	левое – 2,5 см; правое – 1,5см, вернее и нижнее – по 2 см
Выравнивание	по ширине страницы
Общий объём	не должен превышать 2 страниц при соблюдении указанных выше параметров

### **5. Перечень примерных вопросов по специальной дисциплине**

В программе перечислены основные разделы в области материаловедения, знание которых является обязательным для поступления в аспирантуру. Программа опирается на ФГОС ВО, где определен уровень знаний, умений и навыков выпускников специалитета, магистратуры по направлению подготовки 24.05.01 Проектирование, производство и эксплуатация ракет и ракетно-космических комплексов.

## **Перечень тематик для вопросов вступительного испытания**

### ***Введение***

Значение науки о материалах. Роль материалов в современной технике. Классификация металлических и неметаллических материалов.

### ***5.1 Теоретические основы материаловедения***

Строение и свойства материалов. Строение атома и периодическая система элементов Д.И. Менделеева. Электронная структура. Типы межатомных связей в кристаллах. Кристаллическое строение твердых тел. Типы кристаллических решеток металлов и их характеристика. Реальное строение металлических и неметаллических кристаллов. Анизотропия свойств кристаллов. Дефекты кристаллического строения: точечные, линейные, поверхностные и объемные. Дислокационная структура и прочность металлов. Фуллерены и нанотрубки. Наноструктурное строение веществ. Процессы самоорганизации дислокационной и фрактальной структур материалов с позиций синергетики. Теплопроводность, электропроводность и электронная теплоемкость металлов. Магнитные свойства материалов. Формирование структуры металла при кристаллизации. Агрегатные состояния веществ. Форма кристаллических образований. Аморфное состояние металлов. Структурные изменения в металлах в условиях холодной и горячей пластической деформации. Температура рекристаллизации. Строение металлов после возврата и рекристаллизации. Механизм и стадии процесса рекристаллизации. Основы теории сплавов и термической обработки. Условия термодинамического равновесия. Определение системы, фазы, структуры. Смеси, химические соединения, твердые растворы, промежуточные фазы. Основные типы диаграмм состояния двойных сплавов и методы их построения. Эвтектическое и перитектическое превращения. Фазовые и структурные превращения в твердом состоянии. Эвтектоидное превращение. Связь между свойствами сплавов и типом диаграммы состояния. Диаграммы состояния железо-цементит и железо-графит. Влияние легирующих компонентов на критические точки железа и стали, свойства феррита и аустенита. Фазовые превращения в стали при нагреве и охлаждении. Процесс образования аустенита при нагреве. Механизм превращений переохлажденного аустенита. Изотермические и термокинетические диаграммы. Критическая скорость охлаждения при закалке. Мартенситное превращение, механизм и кинетика. Структура и свойства мартенсита.



Влияние деформации на мартенситное превращение. Превращения при отпуске стали. Изменение структуры и свойств при отпуске.

### ***5.2 Методы исследования структуры и физических свойств материалов***

Методы исследования структуры и фазового состава. Металлографические и фрактографические методы исследования, оптическая и электронная, в том числе дифракционная микроскопия (просвечивающий и сканирующий электронные микроскопы). Рентгеновские методы исследования: структурный и спектральный методы анализа. Методы исследования физических свойств и фазовых превращений в металлах и сплавах. Магнитный и электрический методы анализа фазовых и структурных превращений. Метод термо-ЭДС. Метод ядерного магнитного резонанса. Физические методы неразрушающего контроля дефектов материалов. Ультразвуковая дефектоскопия. Рентгеновская и гамма-дефектоскопия. Метод вихревых токов. Магнитная и тепловая дефектоскопия.

### ***5.3 Механические свойства материалов и методы их определения***

Схемы напряженного и деформированного состояния материалов. Плоское и объемное напряженные состояния. Плоская деформация. Концентрация напряжений. Остаточные напряжения, определение, классификация. Упругие свойства материалов. Модуль упругости и его зависимость от кристаллической структуры материала. Упругое последствие, упругий гистерезис, внутреннее трение. Пластическая деформация и деформационное упрочнение. Процессы скольжения и двойникования. Краевые, винтовые и смешанные дислокации. Вектор Бюргерса. Скольжение и переползание дислокаций. Взаимодействие дислокаций между собой и с примесями. Особенности деформации моно- и поликристаллов. Влияние границ зерен на пластическую деформацию поликристаллов. Сверхпластичность. Влияние пластической деформации на структуру и свойства материалов. Механизм упрочнения. Деформационное упрочнение. Упрочнение твердых растворов при взаимодействии дислокаций с примесями внедрения. Дисперсионное твердение. Разрушение материалов. Виды разрушения материалов. Механизмы зарождения трещин. Силовые, деформационные и энергетические критерии локального разрушения. Трещиностойкость. Подходы механики разрушения к выбору конструкционных материалов, расчету размера допустимого дефекта и прогнозированию долговечности. Механические свойства материалов и

методы их определения. Классификация методов механических испытаний. Значение механических характеристик в материаловедении.

Механические свойства, определяемые при статическом нагружении. Испытания на растяжение, сжатие, изгиб, кручение, трещиностойкость. Влияние легирования, структуры концентраторов напряжений и масштабного фактора на характеристики механических свойств. Механические свойства, определяемые при динамическом нагружении. Влияние скорости деформирования на характеристики прочности и пластичности. Динамические испытания на изгиб образцов. Ударная вязкость. Методы определения ударной вязкости и ее составляющих. Механические свойства, определяемые при циклическом нагружении. Усталость, диаграммы усталости, предел выносливости. Малоцикловая и многоцикловая усталость. Природа усталостного разрушения. Влияние различных факторов на сопротивление усталости. Испытания на твердость вдавливанием и царапанием. Триботехнические испытания. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении и нагреве. Поведение материалов под нагрузкой при охлаждении от комнатных температур до криогенных. Хладостойкость и критическая температура хрупкости, методы определения. Поведение материалов под нагрузкой при нагреве от комнатных температур до температуры рекристаллизации и выше. Жаростойкость и жаропрочность. Ползучесть, диаграммы ползучести, предел ползучести. Теория рекристаллизационной ползучести. Длительная прочность, диаграммы длительной прочности, предел длительной прочности. Влияние легирования и структуры на характеристики жаропрочности материалов. Воздействие внешней среды. Влияние поверхностно-активных сред на прочность металлов и сплавов. Закономерности окисления металлов. Коррозия металлов и сплавов под напряжением. Коррозионное растрескивание. Межкристаллитная коррозия. Влияние радиационного облучения на строение и свойства материалов.

#### **5.4 Технология химико-термической, термомеханической обработки и поверхностного упрочнения материалов**

Термическая обработка стали. Основные виды термической обработки стали. Выбор вида термической обработки в зависимости от назначения изделия и условий его эксплуатации. Влияние термической обработки на свойства конструкционных сталей и сварных соединений. Химико-термическая обработка. Общие закономерности. Цементация с последующей термической обработкой. Азотирование. Влияние легирующих компонентов на толщину, твердость и износостойкость азотированного слоя. Структура и

свойства азотированной стали. Нитроцементация стали. Диффузионная металлизация: алитирование, хромирование, силицирование и т. п. Многокомпонентные покрытия. Диффузионное насыщение в ионизированных газовых средах. Термомеханическая обработка. Основные виды: предварительная высокотемпературная, низкотемпературная. Структура и свойства материалов после термомеханической обработки. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия концентрированных потоков энергии. Поверхностное легирование и термическая обработка при лазерном и электронно-лучевом нагреве. Поверхностное упрочнение металлов и сплавов путем воздействия пластической деформации. Физическая сущность процесса. Роль остаточных напряжений. Области применения. Деформация изделий при их обработке и способы ее предупреждения.

### ***5.5 Металлы и сплавы в машиностроении***

Конструкционная прочность материалов. Критерии прочности, надежности, долговечности и износостойкости. Методы повышения конструкционной прочности. Конструкционные углеродистые и легированные стали. Требования, предъявляемые к конструкционным сталям. Металлургическое качество сталей. Классификация углеродистых сталей по качеству, структуре и областям применения. Влияние углерода и примесей на свойства углеродистых сталей. Углеродистые качественные стали. Автоматные стали. Углеродистые инструментальные стали. Легированные стали. Влияние легирующих компонентов и примесей на дислокационную структуру и свойства сталей. Классификация и маркировка легированных сталей. Цементуемые (нитроцементуемые) легированные стали. Улучшаемые легированные стали. Пружинные стали общего назначения. Шарикоподшипниковые стали. Износостойкие стали. Высокопрочные мартенситно-старяющие стали. Принципы легирования. Мартенситное превращение. Влияние легирующих элементов на кинетику фазовых превращений и особенности термической обработки. Экономно легированные мартенситно-старяющие стали. Свойства мартенситно-старяющих сталей и области применения. Конструкционные и коррозионно-стойкие стали. Общие принципы легирования и структура коррозионно-стойких сталей. Хромистые, хромоникелевые, хромомарганцево-никелевые и хромазотистые аустенитные стали. Высоколегированные кислотостойкие стали. Жаростойкие и окалиностойкие стали. Жаропрочные стали и сплавы.

Классификация инструментальных сталей по теплостойкости, структуре и областям применения. Быстрорежущая сталь и особенности ее термической обработки. Штамповые стали для деформирования в горячем и холодном состоянии. Стали для форм литья под давлением и прессования. Чугуны. Свойства и назначение чугунов, принципы классификации. Белые, серые, высокопрочные и ковкие чугуны. Фазовые превращения при термической обработке чугуна. Применение в машиностроении. Цветные металлы и сплавы. Алюминий и его сплавы. Классификация алюминиевых сплавов. Деформируемые алюминиевые сплавы. Литейные алюминиевые сплавы. Особенности термической обработки. Спеченные алюминиевые сплавы. Технологические и механические свойства. Области применения алюминия и его сплавов. Магний и его сплавы. Классификация магниевых сплавов. Деформируемые и литейные сплавы. Термическая обработка магниевых сплавов. Защита магниевых сплавов от коррозии. Медь и ее сплавы. Влияние примесей на структуру и свойства меди. Классификация медных сплавов. Латунь, их свойства. Строение и свойства оловянных, алюминиевых, свинцовых, марганцовистых и бериллиевых бронз. Медно-никелевые сплавы. Области применения меди и ее сплавов. Титан и его сплавы. Классификация легирующих элементов и типы сплавов титана. Механические, технологические и коррозионные свойства титановых сплавов. Водородная хрупкость титановых сплавов. Конструкционные и жаропрочные сплавы титана. Особенности термической обработки. Цинк, свинец, олово и их сплавы. Припой на оловянистой и свинцовой основах. Антифрикционные сплавы. Металлы и сплавы с особыми свойствами. Магнитные материалы. Классификация материалов по магнитным свойствам. Кривая намагничивания. Процессы, происходящие при намагничивании монокристалла. Низкочастотные и высокочастотные магнитомягкие материалы. Магнитотвердые деформируемые, литые и спеченные материалы. Материалы с особыми тепловыми и упругими свойствами. Материалы, обладающие эффектом памяти формы. Классификация, структура, физико-механические свойства. Применение в машиностроении.

### ***5.6 Неметаллические материалы в машиностроении***

Полимеры и пластические массы. Классификация и структура полимерных материалов. Молекулярная структура полимеров. Теории роста полимерных кристаллов. Особенности механических свойств полимеров, обусловленные их строением. Релаксационные свойства. Вязкое течение растворов и расплавов полимеров. Старение и стабилизация полимеров. Типы

разрушения полимеров. Влияние внешних факторов на процесс разрушения. Физико-механические, адгезионные, фрикционные, антикоррозионные, диэлектрические свойства полимеров, методы исследования этих свойств. Состав, классификация и свойства пластических масс. Пластмассы на основе термопластичных и терморезистивных полимеров. Отвердители, наполнители, пластификаторы, катализаторы, пигменты, ингибиторы. Методы переработки пластмасс в изделия. Материалы, технология и оборудование для получения полимерных покрытий.

Композиционные материалы. Принципы создания и основные типы композиционных материалов. Композиционные материалы с нуль-мерными и одномерными наполнителями. Эвтектические композиционные материалы. Композиционные материалы на неметаллической основе. Механические свойства композиционных материалов, моделирование на ЭВМ разрушения композиционных материалов с использованием свойств армирующих волокон, объемной доли и свойств матрицы. Механизм разрушения. Основы расчета на прочность изделий из композиционных материалов. Способы компьютерного моделирования состава, структуры, свойств и процесса разрушения композиционных материалов. Области и перспективы применения композиционных материалов в машиностроении.

Резиновые материалы. Состав и классификация резин. Технология приготовления резиновых смесей и формирования деталей из резины. Физико-механические свойства резины. Влияние условий эксплуатации на свойства резин. Применение резиновых материалов в машиностроении.

Ситаллы, керамические и другие неорганические материалы. Строение, свойства и виды технического стекла, ситаллов, фарфора и фаянса. Тугоплавкие соединения, основные типы, состав, структура, свойства, методы получения, в том числе СВС – самораспространяющийся высокотемпературный синтез. Нанокристаллические материалы. Стекланные смазки и защитные покрытия. Эмали для защиты металлов. Техническая керамика. Огнеупорные и конструкционные керамические материалы. Применение керамики в машиностроении. Графит и его модификации в качестве конструкционных материалов.

Лакокрасочные и клеящие материалы. Состав и классификация лакокрасочных материалов. Особенности кремнийорганических покрытий. Технологические методы нанесения лакокрасочных покрытий. Технология нанесения лакокрасочных покрытий. Сравнительные свойства лакокрасочных покрытий и их применение в машиностроении. Конструкционные клеи.

Методы получения клеевых соединений и их испытания. Применение клеевых соединений в машиностроении.

### ***5.7 Эффективность применения материалов в машиностроении с учетом экономичности, долговечности, безопасности и экологической чистоты***

Методика расчета экономического эффекта за счет рационального выбора и применения машиностроительных материалов. Сравнительные данные стоимости углеродистых сталей и сплавов, цветных металлов и сплавов, неметаллических материалов и области их эффективного применения. Себестоимость различных операций термической и химико-термической, термомеханической обработки материалов. Повышение надежности, долговечности и безопасности изделий машиностроения путем применения новых материалов, обладающих уникальными физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также экологической чистотой. Совершенствование технических требований к материалам в нормативно-технической документации.

## **6. Список рекомендуемой литературы**

### **Основная литература**

1. Гетьман А.А. Материаловедение. Технология конструкционных материалов: Учебник для вузов. – М.: Изд-во Лань, 2023. – 492 с.
2. Сапунов С.В. Материаловедение. Технология конструкционных материалов. М.: Изд-во Лань, 2022. – 208 с.
3. Алексеев, Г. В. Виртуальный лабораторный практикум по курсу «Материаловедение»: учебное пособие / Г. В. Алексеев, И. И. Бриденко, С. А. Вологжанина. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 208 с. — ISBN 978-5- 8114-1516-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168659> (дата обращения: 22.09.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Земсков, Ю. П. Материаловедение : учебное пособие / Ю. П. Земсков. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 188 с. — ISBN 978-5-8114-3392-6. — 10 Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113910> (дата обращения: 02.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Материаловедение. Материаловедение и технология конструкционных материалов : методические указания / составители Д. А.

Иванов [и др.]. — Санкт-Петербург : СПбГУ ГА, 2020. — 60 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/145277> (дата обращения: 02.02.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### **Дополнительная литература**

1. Дмитренко В. П. Материаловедение в машиностроении: учебное пособие / В.П. Дмитренко, Н.Б. Мануйлова. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 432 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=501197>.

2. Тарасенко Л. В. Материаловедение: Учебное пособие для вузов / Л.В. Тарасенко, С.А. Пахомова, М.В. Унчикова, С.А. Герасимов; Под ред. Л.В. Тарасенко. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 475 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=257400>.

3. Фетисов Г.П. Материаловедение и технология материалов: Учебник / Г.П. Фетисов, Ф.А. Гарифуллин. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 397 с. - <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=413166>.

4. Фетисов, Г. П. Материаловедение и технология металлов [Электронный ресурс]: Учебник / Г. П. Фетисов, Ф. А. Гарифуллин. - М.: Издательство Оникс, 2007. - 624 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=417658>.

5. Рогов В.А., Позняк Г.Г. Современные машиностроительные материалы и заготовки. - М.: Академия, 2008, 336 с.

6. Абраимов Н.В., Елисеев В.С., Крылов В.В. Авиационное материаловедение и технология обработки металлов / Под ред. Н.В. Абраимова. М.: Высш. школа, 1998.

## Приложение 1

**Мотивационное письмо**  
**поступающего В Федеральное государственное бюджетное**  
**образовательное учреждение высшего образования «Технологический**  
**университет имени дважды Героя Советского Союза, летчика-**  
**космонавта А.А. Леонова» на программу высшего образования -**  
**программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в**  
**аспирантуре по научной специальности 2.6.17 Материаловедение**  
**ФИО полностью**

Содержание письма в соответствии с требованиями п. 4 Программы  
вступительного испытания

Дата проведения вступительного испытания  
Подпись поступающего

Расшифровка подписи